

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-163988

(43)Date of publication of application : 10.06.1994

(51)Int.Cl. H01L 33/00

(21)Application number : 04-317416

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 26.11.1992

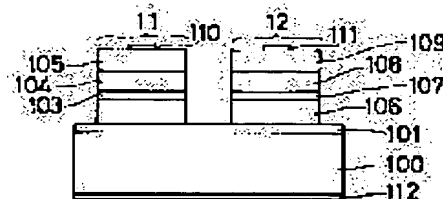
(72)Inventor : SASAKI KAZUAKI  
WATANABE MASANORI  
NAKATSU HIROSHI

## (54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a semiconductor light emitting element wherein a plurality of light emitting regions can be formed in a chip, and light emission in a wide wavelength region is realized for a far field pattern and a near field pattern.

**CONSTITUTION:** Semiconductor layers 11, 12 having light emission regions different in light emission wavelength region are formed on a semiconductor substrate 100. A GaAs substrate is used as the semiconductor substrate 100. The semiconductor layers are formed by using at least one kind out of Al, Ga, In, Zn and Cd, and at least one kind out of P, As, S and Se. The respective light emission regions are formed so as to have different constituent elements or composition ratios. Thereby light emission of wide wavelength region in red, green and blue wavelength regions can be realized for a far field pattern and a near field pattern.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.07.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2875124

[Date of registration] 14.01.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-163988

(43)公開日 平成6年(1994)6月10日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F 7376-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-317416

(22)出願日 平成4年(1992)11月26日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 佐々木 和明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 渡辺 昌規

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 中津 弘志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

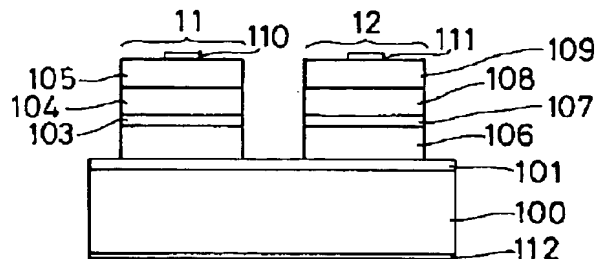
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 半導体発光素子およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 1チップ内に複数の発光領域を形成することができ、遠視野像、近視野像共に広い波長領域の発光を実現できる半導体発光素子を得る。

【構成】 半導体基板100上に、発光波長領域が異なる発光領域を有する半導体層11、12が設けられている。上記半導体基板100としてGaAs基板を用い、上記半導体層をAl、Ga、In、ZnおよびCdのうち少なくとも一種と、P、As、SおよびSeのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域の構成元素または組成比を異ならせて形成することにより、赤色、緑色、青色の波長領域において遠視野像および近視野像共に広い波長領域の発光を実現できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に、発光領域を有する半導体層が複数積層形成され、または該基板の表面に沿って複数並設され、各発光領域が発光波長領域を異ならせて光を発生する構造とされている半導体発光素子。

【請求項2】 前記半導体基板がGaAsからなり、各半導体層がその構成元素としてAl、Ga、In、ZnおよびCdのうち少なくとも一種と、P、As、SおよびSeのうち少なくとも一種とを含有してなり、さらに、各発光領域がその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせた材料からなる請求項1に記載の半導体発光素子。

【請求項3】 前記半導体基板がInPからなり、各半導体層がその構成元素としてGaおよびInのうち少なくとも一種とPおよびAsのうち少なくとも一種とを含有してなり、各発光領域がその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせた材料からなる請求項1に記載の半導体発光素子。

【請求項4】 前記半導体基板がGaPからなり、各半導体層がその構成元素としてAl、GaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのうち少なくとも一種とを含有してなり、各発光領域がその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせた材料からなる請求項1に記載の半導体発光素子。

【請求項5】 半導体基板上に、発光領域を各々有する複数の半導体層が、各発光領域が発光波長領域を異ならせて積層形成され、相上下する2つの半導体層の上側半導体層が、下側半導体層の上表面を一部露出させて形成されている半導体発光素子の製造方法において、該半導体基板上に発光領域を含む半導体層を形成する工程と、該基板直上の半導体層を含む相上下する2つの半導体層の下側半導体層の上表面における上側半導体層形成部分に光を照射して励起させ、該基板直上の半導体層の上に1または2以上の半導体層を形成する工程と、を含む半導体発光素子の製造方法。

【請求項6】 半導体基板の上に、発光領域を各々有する複数の半導体層が、各発光領域が発光波長領域を異ならせ、かつ、該基板の表面に沿って並設されている半導体発光素子の製造方法において、該半導体基板の上表面における各半導体層形成部分に光を照射して励起させ、励起した部分に各半導体層を形成する工程を含む半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 前記半導体基板としてGaAs基板を使用し、各半導体層をAl、Ga、In、ZnおよびCdのうち少なくとも一種と、P、As、SおよびSeのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域をその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成する請求項5または6に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 前記半導体基板としてInP基板を使用し、各半導体層をGaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域をその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成する請求項5または6に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項9】 前記半導体基板としてGaP基板を使用し、各半導体層をAl、GaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域をその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成する請求項5または6に記載の半導体発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、屋内外表示灯等に用いられる赤色から緑色の光を出すことが可能な半導体発光素子、フルカラーディスプレイ等に用いられる赤色から青色の光を出すことが可能な半導体発光素子およびその他の赤外領域または可視領域で広い発光波長領域を有する半導体発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、電流注入型の半導体発光素子は発光効率が高いため、小型、高輝度の表示素子や半導体レーザ素子等として広く用いられている。また、近年においては、赤色、黄色、緑色、青色などといった個々の単色波長領域の発光ダイオード(LED)のみならず、それらを組み合わせてユニット化した製品として、赤色から緑色間で変調可能にした屋外表示ディスプレイ用の集積型LEDランプや、赤色、緑色、青色の三原色を組み合わせたフルカラーディスプレイ用のLEDランプが実現されている。

【0003】図11に、上記のような赤色から緑色まで変調可能にした集積型LEDランプの構成を示す。このLEDランプは、GaAs半導体基板上にAlGaAs系の半導体層を積層して作製した波長680nmの赤色LED4つと、GaP半導体基板上にNドープGaP半導体層を積層して作製した緑色LED8つとで構成されている。各々のLEDにおいては、図12に示すように、半導体チップ31がヒートシンクを兼ねたステム32上にマウントされ、ワイヤ34によってステム33に接続されており、全体がポリカーボネートやポリメタクリレート(PMMA)などの透明な樹脂35によってモールドされている。上記のような集積型LEDでは、赤色LEDと緑色LEDとに対する電流注入量を変化させ、それぞれの輝度を変化させることによって、その遠視野像を赤色→橙色→黄色→緑色と変色させることができる。

【0004】他方、赤色、緑色、青色の三原色を組み合わせたフルカラーディスプレイは、赤色LED1つ、緑色LED1つ、青色LED2つというような比率でLE

Dランプをディスプレイ面に配置することにより行われている。

【0005】上記において、青色LEDにはSiC系の材料が主に用いられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような屋外表示ディスプレイやフルカラーディスプレイの場合には、赤色から緑色、または赤色から青色といった広い領域の発光を作り出すために、複数のLEDを配置した集積型ランプをもちいているため、遠視野像としては広い波長領域の発光が実現できるが、近視野像としては個々のLEDの赤色、緑色、青色の発光が観測される。

【0007】本発明は、上記問題点を解決しようとするものであり、その目的は赤色、緑色、青色の波長領域において、遠視野像、近視野像共に広い波長領域の発光を実現できる半導体発光素子およびその製造方法を提供することである。本発明の他の目的は、1 $\mu$ m以上の長波長帯においても広い波長領域の発光を実現できる半導体発光素子およびその製造方法を提供することである。本発明のさらに他の目的は、可視領域における広い波長領域の発光を実現できる半導体発光素子およびその製造方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体発光素子は、半導体基板上に、発光領域を有する半導体層が複数積層形成され、または該基板の表面に沿って複数並設され、各発光領域が発光波長領域を異ならせて光を発生する構造とされており、そのことにより上記目的が達成される。

【0009】前記半導体基板がGaAsからなり、各半導体層がその構成元素としてAl、Ga、In、ZnおよびCdのうち少なくとも一種と、P、As、SおよびSeのうち少なくとも一種とを含有してなり、さらに、各発光領域がその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせた材料からなっている。

【0010】前記半導体基板がInPからなり、各半導体層がその構成元素としてGaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのうち少なくとも一種とを含有してなり、各発光領域がその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせた材料からなっている。

【0011】前記半導体基板がGaPからなり、各半導体層がその構成元素としてAl、GaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのうち少なくとも一種とを含有してなり、各発光領域がその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせた材料からなっている。

【0012】本発明の半導体発光素子の製造方法は、半導体基板上に、発光領域を各々有する複数の半導体層

が、各発光領域の発光波長領域を異ならせて積層形成され、相上下する2つの半導体層の上側半導体層が、下側半導体層の上表面を一部露出させて形成されている半導体発光素子の製造方法において、該半導体基板上に発光領域を含む半導体層を形成する工程と、該基板直上の半導体層を含む相上下する2つの半導体層の下側半導体層の上表面における上側半導体層形成部分に光を照射して励起させ、該基板直上の半導体層の上に1または2以上の半導体層を形成する工程と、を含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0013】本発明の半導体発光素子の製造方法は、半導体基板の上に、発光領域を各々有する複数の半導体層が、各発光領域の発光波長領域を異ならせ、かつ、該基板の表面に沿って並設されている半導体発光素子の製造方法において、該半導体基板の上表面における各半導体層形成部分に光を照射して励起させ、励起した部分に各半導体層を形成する工程を含み、そのことにより上記目的が達成される。

【0014】前記半導体基板としてGaAs基板を使用し、各半導体層をAl、Ga、In、ZnおよびCdのうち少なくとも一種と、P、As、SおよびSeのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域をその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成してもよい。

【0015】前記半導体基板としてInP基板を使用し、各半導体層をGaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域をその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成してもよい。

【0016】前記半導体基板としてGaP基板を使用し、各半導体層をAl、GaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域をその構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成してもよい。

【0017】

【作用】本発明の半導体発光素子においては、半導体基板上に、発光領域を有する半導体層が複数積層形成され、または基板に沿って並設されている。各発光領域の発光波長領域は異なっており、1チップ内に形成されているので、遠視野像、近視野像共に広い波長領域の発光を実現できる。上記半導体基板としてGaAs基板を用い、上記半導体層をAl、Ga、In、ZnおよびCdのうち少なくとも一種と、P、As、SおよびSeのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域の構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成することにより、赤色、緑色、青色の領域において広い波長領域の発光を実現できる。また、上記半導体基板としてInP基板を用い、上記半導体層をGaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのう

ち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域の構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成することにより、 $1\mu\text{m}$ 以上の長波長帯において広い波長領域の発光を実現できる。さらに、上記半導体基板としてGaP基板を用い、上記発光領域をA1、GaおよびInのうち少なくとも一種と、PおよびAsのうち少なくとも一種とを用いて形成し、各発光領域の構成元素を異ならせ、または同一の構成元素の組成比を異ならせて形成することにより、可視領域において広い波長領域の発光を実現できる。

【0018】また、本発明の半導体発光素子の製造方法においては、光照射によって照射部分を励起させて、励起した部分に発光領域を有する半導体層を形成している。よって、発光波長領域の各々異なる複数の発光領域を1チップ内に形成することができる。

【0019】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0020】(実施例1)図1は本発明の実施例1の半導体発光素子を示す断面図である。

【0021】この半導体発光素子には、 $n\text{-GaAs}$ 基板100上に、 $n\text{-GaAs}$ バッファ層101が形成されている。その上に、発光領域を有する半導体層11、12が形成されている。半導体層11は $n\text{-(Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層102、ノンドープ $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層103、 $p\text{-(Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層104、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 層105からなっており、半導体層12は $n\text{-(Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層106、ノンドープ $(\text{Al}_{0.45}\text{Ga}_{0.55})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層107、 $p\text{-(Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層108、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 層109からなっている。また、半導体層11、12には各々、電極110、111が形成され、基板100側には共通の電極112が形成されている。

【0022】この半導体発光素子の製造方法を図2を参照しながら説明する。

【0023】各半導体層の成長は、通常の気相成長方法、例えば、MOCVD法(有機金属気相成長法)などにより行うことができる。また、各半導体層を形成する原子ソースおよびドーパント材料としては、以下の化合物を用いることができる。

【0024】原子ソース:トリメチルガリウム(TM<sub>G</sub>)、トリメチルアルミニウム(TMA)、トリメチルインジウム(TMI)、アルシン(AsH<sub>3</sub>)、フォスフィン(PH<sub>3</sub>)

ドーパント材料:シラン(SiH<sub>4</sub>)( $n$ 型ドーパント)、ジメチルジシラン(DMZn)( $p$ 型ドーパント)まず、図2(a)に示すように、 $n\text{-GaAs}$ 基板100上に、基板温度700℃で $n\text{-GaAs}$ バッファ層101を成長する。

【0025】その後、基板温度を400℃に下げ、図2(b)に示すように、基板上の幅150 $\mu\text{m}$ 程度の領域11aにKrFエキシマレーザを用いて $\lambda=248\text{nm}$ の励起光を照射する。そして、領域11aの上に $n\text{-(Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層102、ノンドープ $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層103、 $p\text{-(Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層104、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 層105を成長して半導体層11とする。

【0026】400℃という低い基板温度でも、光が照射された領域11aでは基板温度が上昇し、または表面が電子的に励起されるので、上記のような選択的成長が起こる。

【0027】その後、図2(c)に示すように、基板上の幅150 $\mu\text{m}$ 程度の他の領域12aに上記と同様の励起光を照射する。そして、領域12aの上に $n\text{-(Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層106、ノンドープ $(\text{Al}_{0.45}\text{Ga}_{0.55})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層107、 $p\text{-(Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層108、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 層109を成長して半導体層12とする。

【0028】そして、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 層105、 $p\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 層109の上に各々、電極110、111を形成し、基板100側に共通の電極112を形成する。この状態のウェハを切断し、半導体チップとする。そして、その半導体チップを、ヒートシンクまたはヒートシンクを兼ねたステム上にマウントする。さらに、半導体チップをワイヤによって他のステムに接続し、これらをモールドして半導体発光素子とする。

【0029】本実施例の半導体発光素子は、半導体層11の活性層103が発光領域となつて $\lambda=680\text{nm}$ の赤色の発光を生じ、半導体層12の活性層107が発光領域となつて $\lambda=565\text{nm}$ の緑色の発光を生じた。

【0030】2つの半導体層11、12への電流注入量を調整して、その輝度を変化させることにより、橙色、黄色などの赤色と緑色との間の波長領域の発光を生じさせることができる。そして、1チップ内に、波長領域の異なる2つの発光領域が形成されているため、樹脂によるモールド後も近視野像が個々の構成色に分離することではなく、遠視野像、近視野像共に広い波長領域の発光が得られる。

【0031】尚、上記において、半導体層11、12の幅を共に150 $\mu\text{m}$ 程度としたが、例えば100 $\mu\text{m}$ と200 $\mu\text{m}$ というように、各々異ならせることもできる。

【0032】(実施例2)図3は本発明の実施例2の半導体発光素子を示す断面図である。

【0033】この半導体発光素子には、 $n\text{-GaAs}$ 基板200上に、 $n\text{-GaAs}$ バッファ層201が形成されている。その上に、発光領域を有する半導体層21、22、23が形成されている。半導体層21は実施例1

の半導体層11と同様の構成とされ、半導体層22は半導体層12と同様の構成とされ、さらにオーミックコンタクト層としてp-GaAs層206、211が各々形成されている。半導体層23は、n(Clドープ)-ZnSSe(SとSeとの組成比はGaAsと格子整合するように選択される)層212、p(Nドープ)-ZnSSe(SとSeとの組成比はGaAsと格子整合するように選択される)層213からなっており、さらにp(Nドープ)-ZnSe層214が形成されている。また、3つの半導体層21、22、23には各々、電極215、216、217が形成され、基板200側には共通の電極218が形成されている。

【0034】この半導体発光素子の製造方法を図4を参照しながら説明する。

【0035】各半導体層の成長は、通常のMBE法(分子線気相成長法)により行うことができる。

【0036】まず、図4(a)に示すように、Ga、As、Siの分子線を用いて、n-GaAs基板200上に、基板温度600℃でn-GaAsバッファ層201を成長する。

【0037】その後、基板温度を350℃に下げ、図4(b)に示すように、基板上の幅150μm程度の領域21aに励起光を照射する。そして、Ga、Al、In、Be、Si、P、Asの分子線を用いて、領域21aの上にn-(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層202、ノンドープGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層203、p-(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層204、p-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層205を成長して半導体層21とする。

【0038】この実施例においても、実施例1と同様に、光が照射された領域では基板温度が上昇し、または表面が電子的に励起されるので、選択的成長が起こる。

【0039】さらに、図4(c)に示すように、励起光の幅を60μm程度に縮小して照射し、照射した部分にp-GaAs層206を成長する。

【0040】その後、図4(d)に示すように、励起光を領域22aに照射し、上記と同様にしてn-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層207、ノンドープ(Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層208、p-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層209、p-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層210を成長して半導体層22とし、さらに、図4(e)に示すように、p-GaAs層211を成長する。

【0041】さらに、基板温度を200℃に下げ、図4(f)に示すように、基板上の幅200μm程度の領域23aに励起光を照射する。そして、Zn、S、Se、N<sub>2</sub>、ZnCl<sub>2</sub>の分子線を用い、p型ドーパントであるN<sub>2</sub>を高周波加熱コイルで励起してN<sub>2</sub>ラジカルとしてMBEチャンバーに導入して、領域23aの上にn-ZnSSe層212、p-ZnSSe層213を成長する。

さらに、図4(g)に示すように、励起光の幅を70μmに縮小して照射し、照射した部分上にp-ZnSe層214を成長する。その後は、実施例1と同様にして半導体発光素子とする。

【0042】本実施例の半導体発光素子は、実施例1と同様に、半導体層21において赤色の発光を生じ、半導体層22において緑色の発光を生じた。また、半導体層23のn-ZnSSe層212とp-ZnSSe層213とのpn接合部が発光領域となつてλ=460nmの青色の発光を生じた。この半導体発光素子は、1チップ内に赤色、緑色、青色の三原色の発光を生じる発光領域を有しているため、フルカラー表示が可能となる。また、1チップ内に、波長領域が異なる発光を生じる3つの発光領域が形成されているため、樹脂によるモールド後も近視野像が個々の構成色に分離することなく、遠視野像、近視野像共に広い波長領域の発光が得られる。

【0043】(実施例3)図5は本発明の実施例3の半導体発光素子を示す断面図である。

【0044】この半導体発光素子には、pn接合を有する半導体層31、32、33が形成されている。まず、n-GaAs基板300上にn-GaAsバッファ層301が形成されている。その上に、n-(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層302、ノンドープGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層303、n-(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層304、n-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層305が形成されている。その上に、半導体層31の発光領域となる部分の上を除いて、n-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層306、ノンドープ(Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層307、n-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層308、n-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層309が形成されている。その上に、半導体層32の発光領域となる部分の上を除いて、n-CdZnSSe層310、p-CdZnSSe層311が形成され、さらに、p-ZnSe層312が形成されている。ここで、CdZnSSe層310、311はGaAsと格子定数が等しくなるような組成比とされている。そして、半導体層31の発光領域となる部分ではn-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層305からノンドープGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層303に及ぶように、また、半導体層32の発光領域となる部分ではn-Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層309からノンドープ(Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層307に及ぶようにZn拡散が行われて各々p型領域313、314となっている。また、各々の半導体層31、32、33には電極315、316、317が形成され、基板300側には共通の電極318が形成されている。

【0045】この半導体発光素子の製造方法を図6を参照しながら説明する。

【0046】各半導体層の成長は通常のMBE法により行うことができる。Cdの分子線源としては金属Cdを

用い、その他は実施例2と同様にすることができる。

【0047】まず、図6(a)に示すように、 $n$ -GaAs基板300上に、基板温度600℃で $n$ -GaAsバッファ層301、 $n$ -(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層302、ノンドープGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層303、 $n$ -(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層304、 $n$ -Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層305を成長する。

【0048】その後、基板温度を300℃に下げ、図6(b)に示すように、半導体層31の発光領域となる部分の上を除いて、ArFエキシマレーザを用いて $\lambda = 193$  nmの励起光を照射する。そして、照射した部分上に $n$ -(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層306、ノンドープ(Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層307、 $n$ -(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層308、 $n$ -Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層309を成長する。

【0049】さらに、図6(c)に示すように、半導体層33の発光領域となる部分の上を除いて励起光を照射して、照射した部分上に $n$ -CdZnSSe層310、 $p$ -CdZnSSe層311を成長する。

【0050】さらに、図6(d)に示すように、励起光の幅を縮小して照射し、照射した部分上に $p$ -ZnSe層312を成長する。

【0051】その後、図6(e)に示すように、Zn拡散を行って $p$ 型領域313、314を形成する。その後は、実施例1と同様にして半導体発光素子とする。

【0052】本実施例の半導体発光素子は、実施例2と同様に、半導体層31、32、33において、それぞれ赤色、緑色、青色の発光を生じる。また、半導体層31、32、33の注入電流量を変化させることにより、赤色から青色までのフルカラー表示が可能となる。

【0053】(実施例4) 図7は本発明の実施例4の半導体発光素子を示す断面図である。

【0054】この半導体発光素子には、 $n$ -GaAs基板400上に、 $n$ -GaAsバッファ層401および $n$ -(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層402が形成されている。その上に2つの活性層403、404が形成されている。活性層403はノンドープGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層、活性層404はノンドープ(Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層であり、それぞれ赤色および緑色の発光を生じる。その上の基板全面に、 $p$ -(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層405、 $p$ -Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層406が形成されている。また、各々活性層に電流を注入するため、2つの電極407、408が形成され、基板400側には共通の電極409が形成されている。

【0055】この半導体発光素子の製造方法を図8を参照しながら説明する。

【0056】各半導体層の成長は、通常のMOCVD法により行うことができる。各半導体層を形成する原子ソースおよびドーパント材料は、実施例1と同様なものと

することができる。

【0057】まず、図8(a)に示すように、 $n$ -GaAs基板400上に $n$ -GaAsバッファ層401、 $n$ -(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層402を基板温度700℃で成長する。

【0058】次に、基板温度を400℃まで下げて、図8(b)に示すように、活性層403となる領域403aに励起光を照射して、領域403aの上にノンドープGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層403を成長する。

【0059】その後、図8(c)に示すように、活性層404となる領域404aに励起光を照射して、領域404aの上にノンドープ(Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P活性層404を成長する。

【0060】そして、基板温度を700℃に上昇して、図8(d)に示すように、基板全面に $p$ -(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P層405、 $p$ -Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As層406を成長する。その後は実施例1と同様にして半導体発光素子とする。

【0061】本実施例の半導体発光素子は、実施例1と同様に、活性層41、42が発光領域となり、それぞれ赤色および緑色の発光を生じる。また、電極407、408への注入電流量を調整することにより、赤色から緑色までの波長領域の発光を生じさせることができる。

【0062】(実施例5) 図9は本発明の実施例5の半導体発光素子を示す断面図である。

【0063】この半導体発光素子には、 $n$ -InP基板500上に、発光領域を有する半導体層51、52が形成されている。半導体層51は $n$ -InP層501、ノンドープGa<sub>0.23</sub>In<sub>0.77</sub>P<sub>0.5</sub>As<sub>0.5</sub>活性層502、 $p$ -InP層503からなっており、半導体層52は $n$ -InP層504、ノンドープGa<sub>0.34</sub>In<sub>0.66</sub>P<sub>0.25</sub>As<sub>0.75</sub>活性層505、 $p$ -InP層506からなっている。また、2つの半導体層51、52には各々、電極507、508が形成され、基板500側には共通の電極509が形成されている。

【0064】この半導体発光素子は、TMG、TMI、AsH<sub>3</sub>およびPH<sub>3</sub>を原子ソースとして、実施例1と同様に作製することができる。

【0065】本実施例の半導体発光素子は、半導体層51において中心波長1140 nm程度の発光を生じ、半導体層52において中心波長1300 nm程度の発光を生じる。また、半導体層51、52への注入電流量を変化させることにより、その間で連続的な波長の発光を生じることができる。

【0066】(実施例6) 図10は本発明の実施例6の半導体発光素子を示す断面図である。

【0067】この半導体発光素子には、 $n$ -GaP基板600上に、 $n$ -Al<sub>0.75</sub>In<sub>0.25</sub>Pバッファ層601が形成されている。その上に、発光領域を有する半導体層61、62が形成されている。半導体層61は $n$ -

10

20

30

40

50

( $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}$ ) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層602、ノンドープ  
 $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層603、 $p$ -( $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}$ ) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層604、 $p$ - $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$   
 層605からなっており、半導体層62は $n$ -( $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}$ ) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層606、ノンドープ( $\text{Al}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}$ ) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 活性層607、 $p$ -( $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}$ ) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 層608、 $p$ - $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 層609からなっている。また、2つの半導体  
 層61、62には各々、電極610、611が形成さ  
 れ、基板600側には共通の電極612が半導体層の下  
 に当たる部分を除いて形成されている。

【0068】この半導体発光素子は、実施例1と同様に  
 して作製することができる。

【0069】本実施例においては、 $\text{GaP}$ 基板と $\text{AlGaInP}$   
 半導体層との中間の格子定数を有し、バンドギャ  
 ップが大きい $\text{AlInP}$ バッファ層601が設けられ  
 ているので、 $\text{GaP}$ 基板を用いて基板と格子不整合の半  
 導体層を低転位密度成長させることができる。

【0070】本実施例の半導体発光素子は、実施例1と  
 同様に、半導体層61、62において赤色および緑色の  
 発光を生じた。また、 $n$ - $\text{GaP}$ 基板を用い、バッファ  
 層として $n$ - $\text{Al}_{0.75}\text{In}_{0.25}\text{P}$ 層を用いているので、  
 発光は基板側にも透過し、電極612が形成されてい  
 ない部分を通して外部に出射される。よって、外部へ  
 の発光効率が上昇する。

【0071】上記実施例においては、いずれも、赤色発  
 光、緑色発光または青色発光を生じさせる発光領域と  
 したが、本発明はこれに限られず、 $\text{AlGaInP}$ および  
 $\text{CdZnSSe}$ の組成比を変化させて半導体層を成長す  
 ることにより、橙色や青緑色などの種々の発光を生じ  
 させることができる。 $\text{InP}$ 基板を用いた場合には、 $\text{Ga}$   
 $\text{InPAs}$ の組成比を変化させることにより、波長15  
 50nm程度の長波長まで発光を生じることができ、広  
 い波長領域の半導体発光素子が可能である。 $\text{GaP}$ 基  
 板を用いた場合には、バッファ層の構成を $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{P}$   
 ( $x=1 \rightarrow 0.5$ )とすることにより、 $\text{GaP}$ 基板に格  
 子整合する半導体層から $\text{GaAs}$ 基板に格子整合する半  
 導体層までをグレーディッドに変化させて成長させる  
 ことができる。また、発光領域はダブルヘテロ構造や  
 シングルヘテロ構造など種々の組み合わせの構造と  
 することができる。さらに、半導体層の成長方法は、  
 光励起を伴うものであればいずれも用いることができ、  
 例えば、 $A$

$LE$  (原子層エピタキシー) 法や $MOMBE$  (有機金属  
 分子線エピタキシー) 法なども可能である。

#### 【0072】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、本発明に  
 よれば、1チップ内に複数の発光領域を形成することが  
 できるので、近視野像が個々の構成色に分離すること  
 はなく、遠視野像、近視野像共に広い波長領域の発光  
 が得られる。よって、この半導体発光素子を用いて、  
 フルカラーディスプレイを実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の半導体発光素子を示す断面  
 図である。

【図2】本発明の実施例1の半導体発光素子の製造工  
 程を示す図である。

【図3】本発明の実施例2の半導体発光素子を示す断面  
 図である。

【図4】本発明の実施例2の半導体発光素子の製造工  
 程を示す図である。

【図5】本発明の実施例3の半導体発光素子を示す断面  
 図である。

【図6】本発明の実施例3の半導体発光素子の製造工  
 程を示す図である。

【図7】本発明の実施例4の半導体発光素子を示す断面  
 図である。

【図8】本発明の実施例4の半導体発光素子の製造工  
 程を示す図である。

【図9】本発明の実施例5の半導体発光素子を示す断面  
 図である。

【図10】本発明の実施例6の半導体発光素子を示す断  
 面図である。

【図11】従来の集積型ランプを示す構成概略図であ  
 る。

【図12】半導体発光素子の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

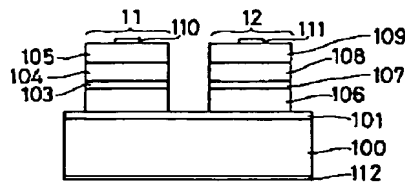
100、200、300、400、500、600、  
 基板

101、201、301、401、601 バッファ層  
 103、107、203、208、303、307、4  
 03、404、502、505、603、607 活性  
 層

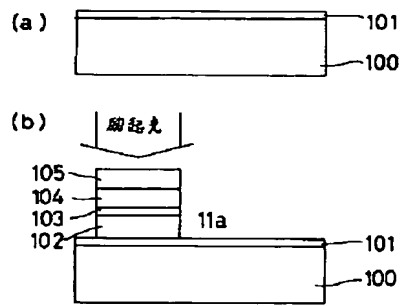
11、12、21、22、23、31、32、33、5  
 1、52、61、62 発光領域を有する半導体層



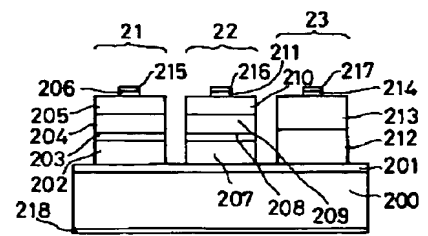
【図1】



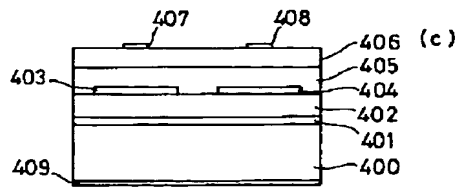
【図2】



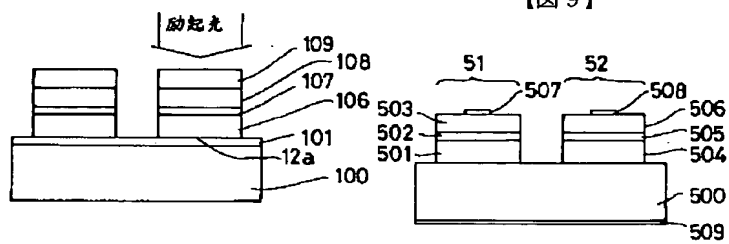
【図3】



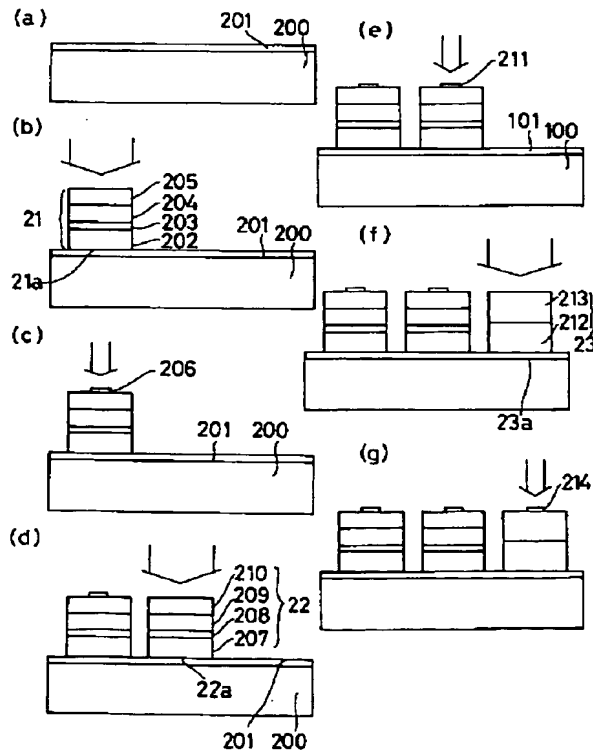
【図7】



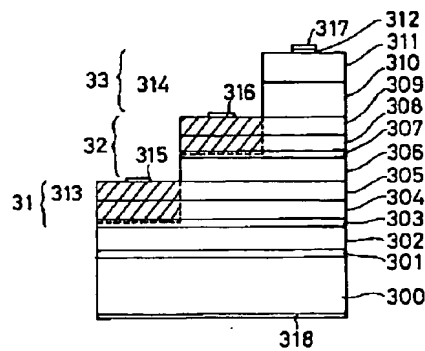
【図9】



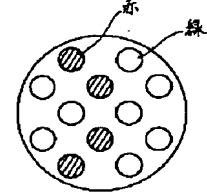
【図4】



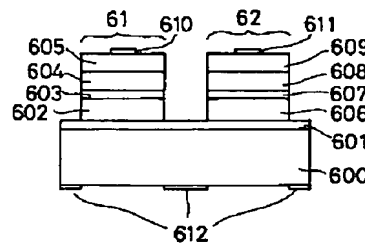
【図5】



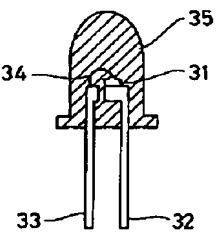
【図11】



【図10】



【図12】



【图8】

